

Т. В. Татаренкова, К. Х. Шайхитдинова, М. С. Соколова
Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск
tanya_8814@mail.ru, kamwinchester@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТА ОТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СРЕДЫ ПУТЕМ ЕГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

В работе проведен анализ различных видов современных теплоизоляционных материалов и их свойств.

Ключевые слова: *коэффициент теплопроводности, тепловая изоляция.*

T. V. Tatarenkova, K. H. Shaykhitdinova, M. S. Sokolova
Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk

INVESTIGATION OF THE PROTECTION OF AN OBJECT FROM A HIGH-TEMPERATURE MEDIUM BY THERMAL INSULATION

The paper analyzes various types of modern heat-insulating materials and their properties.

Keywords: *thermal conductivity coefficient, thermal insulation.*

Теплоизоляционными называются строительные материалы, имеющие плотность в сухом состоянии не более 500 кг/м³ и коэффициент теплопроводности, не превышающий 0,175 Вт/(м·К) [1]. Теплоизоляционные материалы подразделяются на следующие группы: неорганические, органические и воздушные [2, 3].

К неорганическим теплоизоляционным материалам относятся:

— теплоизоляционные материалы на основе стекла — стекловолокно и пеностекло;

– минеральные теплоизоляционные материалы – асбест, шлаковата, перлит, вермикулит;

– керамические теплоизоляционные материалы – глинозем, магнезия, двуокись циркония, а также огнеупорные изделия;

– углеродосодержащие теплоизоляционные материалы – графитовые и углеродные волокна.

Органические теплоизоляционные материалы включают в себя:

– пенопласты – пенополиэтилены, пенополистиролы и пенополиуретаны;

– теплоизоляционные материалы на основе природных материалов – деревянные панели, пробка, древесные волокна.

Также существуют воздушные теплоизоляционные материалы, в которых используется низкая теплопроводность газов, в т. ч. воздуха.

На данный момент наиболее часто используются следующие теплоизоляционные материалы [4]:

– Вермикулит – вид слюды, представляющий собой продукт выветривания горных пород. Обожженный вермикулит вид зернистой сыпучей массы золотистого цвета с плотностью при свободной засыпке около 150 кг/м^3 , а при уплотнении – 250 кг/м^3 . Температура применения вермикулита – до 1100°C . Коэффициент теплопроводности вермикулита при плотности 200 кг/м^3 в зависимости от температуры определяется по формуле:

$$\lambda = 0,072 + 0,00029 \cdot t \quad (1)$$

– Асбест – теплоизоляционный материал, который добывается из месторождений в виде белых тонких волокон. Волокна асбеста отличаются температурной устойчивостью до 700°C . Плотность асбеста колеблется от 200 до 2500 кг/м^3 в зависимости от степени прессовки. Коэффициент теплопроводности асбеста в зависимости от температуры определяется следующим образом:

– при плотности 500 кг/м^3 :

$$\lambda = 0,107 + 0,00019 \cdot t \quad (2)$$

– при плотности 800 кг/м^3 :

$$\lambda = 0,14 + 0,00019 \cdot t \quad (3)$$

– Минеральная вата – теплоизоляционный материал,

получивший большое распространение в строительстве. Стекловата получается при расплавлении оксидов SiO_2 , CaO , Al_2O_3 с различными добавками. Для засыпки с плотностью $180\text{--}250 \text{ кг/м}^3$ коэффициент теплопроводности минеральной ваты в зависимости от температуры определяется по формуле:

$$\lambda = 0,047 + 0,00058 \cdot t \quad (4)$$

– Стекловата представляет собой стеклянное волокно, производимое из отходов стекольного производства. Коэффициент теплопроводности стекловаты составляет от $0,037$ до $0,046 \text{ Вт/(м·К)}$ при плотности от 13 до 85 кг/м^3 .

– Пенопласт – материал жесткого типа, имеющий ячеистую структуру. Производится путем вспенивания и спекания гранул полистирола. Плотность пенопласта находится в пределах от 15 до 45 кг/м^3 , коэффициент теплопроводности ограничен показателями от $0,030$ до $0,044 \text{ Вт/(м·К)}$.

– Пенополиуретан – относительно новый материал жесткого, полужесткого или напыляемого типа. Имеет закрыто-пористую структуру. Коэффициент теплопроводности $\approx 0,023 \text{ Вт/(м·К)}$.

На рис. 1 представлены графики зависимости коэффициента теплопроводности различных теплоизоляционных материалов от температуры их использования.

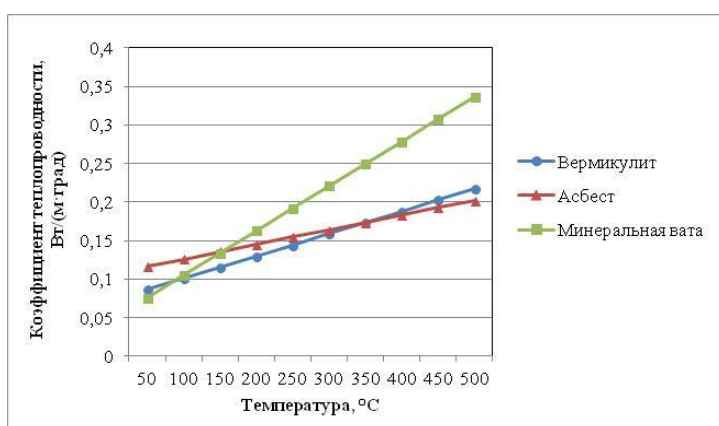


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопроводности различных теплоизоляционных материалов от температуры

В настоящее время все чаще применяется многослойная теплоизоляция, которая существенно уменьшает толщину изоляционного слоя. Многослойную теплоизоляцию определяют, как систему для уменьшения теплопереноса, состоящую минимум из

двух слоев материала для тепловой изоляции и других элементов, выполняющих вспомогательные функции.

В рамках исследования разработан лабораторный эксперимент, целью которого является определение температур в различных точках многослойной стенки расчетным и экспериментальным путем.

Схема лабораторной установки приведена на рис. 2.

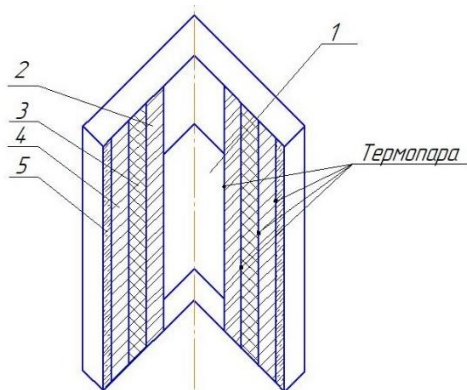


Рис. 2. Схема экспериментальной установки

Лабораторная модель теплоизоляции объекта представляет собой металлический корпус 5, который служит защитой от механических повреждений, а также трех теплоизоляционных слоев 2 (минеральная вата), 3 (асбест) и 4 (вермикулит), уменьшающих процесс теплопередачи и выполняющих роль термического сопротивления теплового потока датчику 1. Данная установка помещается в высокотемпературную среду (печь), в которой температура достигает 1100 °С. Для замера температуры между слоями установлены термопары. По полученным данным строится график распределения температур по толщине стенки.

Список использованных источников

1. Теплоизоляционная панель и способ теплоизоляции [Электронный ресурс]. URL: <https://findpatent.ru/patent/212/2129686.html> (дата обращения: 20.11.2019).
2. ГОСТ 17177-94. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний. Введ. 01.04.1996. М. : ИПК Изд-во стандартов, 2002. 36 с.
3. ГОСТ 16381-77. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования. Введ. 01.07.1977. М. : Изд-во стандартов, 1992. 6 с.
4. Дорофеева Е. В. Современные теплоизоляционные материалы : тонкости выбора [Электронный ресурс]. URL: <https://maistro.ru/articles/building-materials-and-technologies/sovremennye-teploizolyacionnye-materialy-tonkosti-vybora> (дата обращения: 20.11.2019).